

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

1046 U.S. PTO  
09/803936  
03/13/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
in this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 3月29日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-091685

出 願 人  
Applicant(s):

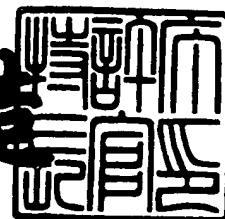
株式会社ニコン

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 2月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3005047

# 2

Docket No. 1445.1007/DMP

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

Chikaya IKO

Serial No.

Group Art Unit: Unassigned

Filed: March 13, 2001

Examiner: Unassigned

For: **DIGITAL CAMERA FOR MICROSCOPE AND MICROSCOPIC SYSTEM  
PROVIDED WITH SAID CAMERA**

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

*Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231*

*Sir:*

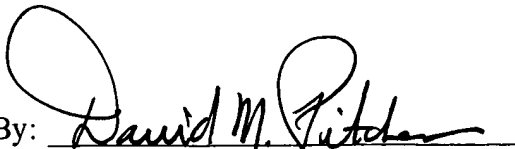
In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicant submit herewith a certified copy of the following foreign application:

**Japanese Patent Application No. 2000-091685, filed March 29, 2000**

It is respectfully requested that the applicants be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified paper attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,  
STAAS & HALSEY LLP

700 Eleventh Street, N.W., Ste. 500  
Washington, D.C. 20001  
(202) 434-1500

By:   
David M. Pitcher  
Registration No. 25,908

Date: March 13, 2001



【書類名】 特許願

【整理番号】 00NKP004

【提出日】 平成12年 3月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 21/36

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン  
内

【氏名】 伊香 知加也

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代表者】 吉田 庄一郎

【代理人】

【識別番号】 100077919

【弁理士】

【氏名又は名称】 井上 義雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100109221

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 充広

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 047050

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9702956

【包括委任状番号】 9908077

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 顕微鏡用デジタルカメラ及び該カメラを備える顕微鏡システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 観察倍率が可変である対物レンズ系と、前記対物レンズ系に対して所定の位置に設けられ、被観察物を照明するための照明光学系とを有する顕微鏡に使用されるデジタルカメラにおいて、

前記対物レンズ系の所定の観察倍率ごとに対応する画像補正用データにもとづいて前記被観察物の撮影画像を補正する補正部を有することを特徴とする顕微鏡用デジタルカメラ。

【請求項 2】 前記画像補正用データは、前記被観察物が存在しないときの標準背景画像の撮影画像データであり、前記顕微鏡の検鏡方式に応じた前記撮影画像データを含むことを特徴とする請求項 1 記載の顕微鏡用デジタルカメラ。

【請求項 3】 前記対物レンズ系の所定の観察倍率を特定する情報を入力する対物レンズ認識部をさらに有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の顕微鏡用デジタルカメラ。

【請求項 4】 前記画像補正用データは、撮影視野の照度分布不均一性データと色むらデータと幾何学的収差データとの少なくとも何れか一つを含むことを特徴とする請求項 2 記載の顕微鏡用デジタルカメラ。

【請求項 5】 観察倍率が可変である対物レンズ系と、前記対物レンズ系に対して所定の位置に設けられ、被観察物を照明するための照明光学系とを有する顕微鏡部と、

請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の顕微鏡用デジタルカメラとを備えることを特徴とする顕微鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、顕微鏡用のデジタルカメラと該カメラを備えた顕微鏡システムに関する。

【0002】

## 【従来の技術】

従来、カメラに装着するレンズなどの結像光学系自体が光学像の周辺光量低下や光学歪など撮影上不都合となる特性を有している場合、経験的な補正值又は実測値に基いて画像処理を行い、上記特性による画像劣化を補正していた。ここで、歪曲収差や照度ムラなどの諸特性は異なる複数のレンズごと、又は同一のレンズの観察倍率ごとに異なっている。

## 【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

このため、観察倍率が可変である対物レンズを使用する顕微鏡の場合、例えば、異なる焦点距離を有する複数の対物レンズを選択的に切り替えて使用する顕微鏡の場合やズーム式の対物レンズを使用する顕微鏡の場合に、観察倍率ごとに歪曲収差や照度ムラの状態は異なる。即ち、複数の異なる対物レンズを選択的に切り替えて使用する顕微鏡の場合は各対物レンズごとに歪曲収差等の状態が異なり、ズーム式の対物レンズを使用する顕微鏡の場合は各観察倍率ごとに歪曲収差等の状態が異なる。このため、全ての対物レンズ又は全ての観察倍率に対して十分な補正を行うことは困難であった。

## 【0004】

また、各レンズの特性とは別に、被写体の背景の画像データに明るさのムラ（不均一性）、色のムラが存在している場合がある。この明るさムラ等も撮影画像を劣化させる要因となるので、取り除くことが望ましい。さらに、検鏡方式（例えば、明視野観察法、暗視野観察法、微分干渉法、位相差観察法、蛍光観察法等をいう）を変更した場合にも、背景画像データは変化する。ここで、各レンズ又は各観察倍率に固有な収差特性や照度ムラ等は系統的な誤差、また、背景画像データに含まれる明るさのムラ等はランダムな誤差といえることができる。

## 【0005】

本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、観察倍率が可変である対物レンズ系を備える顕微鏡のために使用するデジタルカメラであって、対物レンズごと、観察倍率ごと、さらには検鏡方式ごとに最適な画像を得るために、上記系統的誤差やランダム誤差を除去する補正処理を行うことが出来る顕微鏡用デジタル

カメラと該カメラを備える顕微鏡システムを提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、観察倍率が可変である対物レンズ系と、前記対物レンズ系に対して所定の位置に設けられ、被観察物を照明するための照明光学系とを有する顕微鏡に使用されるデジタルカメラにおいて、前記対物レンズ系の所定の観察倍率ごとに対応する画像補正用データにもとづいて前記被観察物の撮影画像を補正する補正部を有することを特徴とする顕微鏡用デジタルカメラを提供する。ここで、観察倍率が可変である対物レンズ系とは、異なる焦点距離を有する複数の対物レンズを選択的に切り替える対物レンズ系、またはズーム方式により焦点距離が可変である対物レンズ系等をいう。

【 0 0 0 7 】

また、好ましい態様では、前記画像補正用データは、前記被観察物が存在しないときの標準背景画像の撮影画像データであり、前記顕微鏡の検鏡方式に応じた前記撮影画像データを含むことが望ましい。

【 0 0 0 8 】

また、好ましい態様では、前記所定の観察倍率の対物レンズ系を特定する情報を入力する対物レンズ認識部をさらに有することが望ましい。ここで、所定の観察倍率の対物レンズ系を特定する情報とは、複数の異なる対物レンズを選択的に切り替える対物レンズ系の場合は選択されている対物レンズを特定する情報、また、ズーム方式の対物レンズ系の場合は当該レンズ系の焦点距離状態（観察倍率）を特定する情報などをいう。

【 0 0 0 9 】

また、好ましい態様では、前記画像補正用データは、撮影視野の照度分布不均一性データと色むらデータと幾何学的収差データとの少なくとも何れか一つを含むことが望ましい。

【 0 0 1 0 】

また、本発明は、観察倍率が可変である対物レンズ系と、前記対物レンズ系に対して所定の位置に設けられ、被観察物を照明するための照明光学系とを有する

顕微鏡部と、

請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の顕微鏡用デジタルカメラとを備えることを特徴とする顕微鏡システムを提供する。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に基いて本発明の実施の形態にかかる顕微鏡用デジタルカメラについて説明する。

【 0 0 1 2 】

(第 1 実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 実施形態にかかる顕微鏡用デジタルカメラを顕微鏡本体部に装着した顕微鏡システムの構成を示す図である。まず、顕微鏡本体 M S について説明する。ハロゲンランプ H L からの光はコレクタレンズ L 1 と断熱フィルタ F 1 を透過し、ほぼ完全な白色光とするためのフィルタ F 2 を透過する。次に拡散板 D を透過し、視野絞り F S で視野を制限された後、反射鏡 M により光路をほぼ 9 0 度折り曲げられる。そして、フィールドレンズ F L を透過しコンデンサレンズ C L に光が結像させられる。さらに、開口絞り A S を通過して、明るさを制限された後、標本 O B を照射し、さらに対物レンズ O L 1 を透過する。そして、対物レンズ O L 1 の観察者側に設けられている不図示の鏡筒プリズム、接眼レンズを経て、標本像が観察される。

【 0 0 1 3 】

上記顕微鏡本体 M S の上部には、標本画像を取り込むためのカメラヘッド C H が着脱自在な構成となっている。カメラヘッド C H は、インターフェースボードを介してコンピュータ P C に接続されている。コンピュータ P C は、所定のプログラムに応じてカメラヘッド C H の撮影を制御する。また、顕微鏡本体 M S もコンピュータ P C と接続されている。

【 0 0 1 4 】

また、レボルバに設けられている複数の対物レンズ O L 1、O L 2、O L 3 は選択的に切替え可能であり、不図示のセンサにより、選択されている対物レンズを特定する情報が検出され、その情報がコンピュータ P C へ送られる。



## 【 0 0 1 5 】

図 2 は、カメラヘッド CH とインターフェースボードとの内部ブロックを示す図である。撮像素子 CCD で取り込まれた画像情報は、自動利得調整などを行う信号回路を経由して、A/D 変換回路によりアナログ信号からデジタル信号へ変換される。次に、1 次記憶メモリ FIFO で信号が並び替えられ、コンピュータ用インターフェースを経由してコンピュータ PC へ信号が送られる。一方、インターフェースボードとカメラヘッド CH とは各々マイコン MICON を有している。また、タイミングジェネレータ TG で生成された信号は、バッファ BUFF 又は垂直方向の駆動信号を発生する  $V-dr v$  を介して撮像素子 CCD へ送られる。

## 【 0 0 1 6 】

次に、背景画像の照度ムラなどを除去する手順について説明する。図 3 (a) は、被写体である文字「A」を撮影した撮影画像を示している。被写体「A」の背景に①, ②, ③, ④で示された明るさムラまたは色ムラが含まれている。図 3 (b) は、被写体が存在しない背景だけを撮影した時の撮影画像を示している。また、図 3 (c) は、後述する補正処理後の撮影画像を示している。さらに、図 3 (d) は、図 3 (a) を撮影したときとは異なる対物レンズを用いた場合の背景画像の例を示している。図 3 (a) と図 3 (d) とを比較すると明らかなように、背景画像の誤差と対物レンズ固有の誤差とが重畳されて明るさムラ等の分布が異なっていることがわかる。

## 【 0 0 1 7 】

背景画像の誤差を除去する手順を更に具体的に説明する。まず本来の標準背景色（明るさ）を決める。例えば、モノクローム（白黒）画像で階調が 8 ビットの場合、白色背景ならば階調 255 の最大値を標準背景色とする。次に、図 3 (a) と図 3 (b) との画像に対応する各画素ごとに排他的論理和演算を行い、「真」であればその画素を 255 に設定し、「偽」の場合はそのままの値を維持する。

## 【 0 0 1 8 】

すなわち、被写体画像の画素を  $S_{ij}$ 、背景画像の画素（被写体が存在しない場

合の画像の画素)を $B_{ij}$ 、標準背景値を $C_w$ とそれぞれした時、

$$|S_{ij} - B_{ij}| = 0 \text{ ならば、 } S_{ij} = C_w$$

$$|S_{ij} - B_{ij}| \neq 0 \text{ ならば、 } S_{ij} = S_{ij}$$

とする。ただし、 $i, j$  は画素の行列を示す整数である。この場合、図3 (a) と図3 (b) との間で「偽」となるのは被写体「A」の部分のみなので、上記演算処理を画面全画素について行えば図3 (c) の画像が得られる。

#### 【0019】

この場合の背景は理論的に完全な白色となるが、図3 (a) と図3 (b) との画像撮影条件等に微妙な違いがあるとノイズが残る可能性が有る。このようなノイズが残る可能性がある場合には、画素演算の真偽判定にマージンを設けることが望ましい。例えば、図3 (a) のある画素の明るさが50であったとすると、対応する図2 (b) の画素の値が $50 \pm 5$ であれば真とするというように一定の範囲を設定する。これにより、背景画像の撮影と、被写体が存在する場合のみの撮影との2回の撮影による同一背景部位における画素の僅かな誤差の影響を排除することができる。

#### 【0020】

また、自然な画像状態を得るためには、完全に均一な背景画像よりも、画素間演算の結果を排他的論理和演算の真偽判定のみでなく、その差を加味することが望ましい。真偽判定において一定の範囲 $\alpha$ を設け、その範囲 $\alpha$ 内にあり真と判定された後、図3 (b) 画像に対する差を標準背景値から減ずる。この時、標準背景値は最大階調より少し余裕を持たせた値とすると、この差が正負のいずれの方向にあっても結果を反映できる。すなわち、背景画像との差の許容範囲を $\alpha$ とした時、

$$|S_{ij} - B_{ij}| \leq \alpha \text{ ならば、 } S_{ij} = C_w + (S_{ij} - B_{ij})$$

$$|S_{ij} - B_{ij}| > \alpha \text{ ならば、 } S_{ij} = S_{ij}$$

とそれぞれする。かかる演算処理により自然な画像状態を得ることができる。

#### 【0021】

図4 (a) は、上述した手順を示す概念図である。キーボードやマウス操作により予め各対物レンズについて背景画像のみを撮影し、記憶媒体に保存しておく

。次に、被写体を撮影する本撮影では、背景画像を記録した時と同様の手順で撮影し、撮影画像をコンピュータ等に取り込む。その後、コンピュータ上の処理として、顕微鏡本体から入力された撮影に使用された対物レンズの種類に基いて、それに対応した背景画像データを記憶装置から読み出す。これらを上記アルゴリズムに従って補正処理し、その結果を表示、印刷または保存する。

#### 【 0 0 2 2 】

この手順をさらに図 4 (b) のフローチャートに基いて説明する。まず、背景画像はすでに撮影されて保存されているとする。ステップ 1 0 0 で一連の処理が開始される。ステップ 1 0 2 において、複数の対物レンズの中から所望の倍率のレンズを選択し、所定位置に置いた被写体を適切な倍率で撮影する。ステップ 1 0 4 で撮影に使用した対物レンズの種類をコンピュータに入力する。この時、選択された対物レンズの種類は、顕微鏡本体が検出した対物レンズ情報により、または観察者が対物レンズを認識し、その認識された情報をキーボード上から入力することにより特定することができる。顕微鏡本体が対物レンズの種類を検出する場合は、例えば複数の対物レンズが設けられているレボルバの円周近傍に位置検出センサ、または回転角検出センサを設けておく。そして、レボルバの回転角度と対物レンズの種類とを予め決めておき、対応関係をテーブルとして保存しておく。観察者がレボルバを回転させることで何れか一つの対物レンズを選択した時に、このセンサがレボルバの回転角度を検出し、前記テーブルに基いて対物レンズの種類を特定する。

#### 【 0 0 2 3 】

次に、ステップ 1 0 6 において、コンピュータは使用している対物レンズに対応した背景画像を呼び出す。そして、ステップ 1 0 8 で上述した一連の補正処理を行う。ステップ 1 1 0 で、補正された画像をモニタに表示する。ステップ 1 1 2 で、補正された画像を保存又は印刷するかの判断をする。その結果、印刷／保存をする場合は、ステップ 1 1 4 で、プリンターによる印刷、ハードディスクなどへの保存が行われる。印刷などを行わない場合は、ステップ 1 0 2 へ戻り、被写体の撮影から一連の手順を開始する。

#### 【 0 0 2 4 】

また、上記例ではモノクローム画像を例として説明したが、カラー画像の場合はR（赤）、G（緑）、B（青）の三色について同様の処理を行えばよい。

【0025】

（第2実施形態）

図5に基いて、第2実施形態の説明をする。本実施形態では、対物レンズ固有の特性、例えば、歪曲収差や周辺照度低下を補正するものである。装置の構成は上記第1実施形態と同様であるので、その説明は省略する。

【0026】

図5（a）は、格子状の正方グリッドを撮影した場合に、糸巻き型の正の歪曲収差があったときの撮影画像を示す図である。糸巻き型の歪曲収差は、光軸中心からの距離に応じて倍率が大きくなる誤差である。なお、光軸中心からの距離に応じて倍率が小さくなる場合は、樽型の歪曲収差と呼ばれる。かかる歪曲収差は、画像パターン全体をそのまま補正用データとして用いなくとも、歪みの程度に応じた数値パラメータとして取り扱うことができる。

【0027】

任意の直交座標（ $x$ ， $y$ ）を関数  $L = (x^2 + y^2)^{1/2}$ ， $\alpha = \arctan(y/x)$  により極座標（ $L$ ， $\alpha$ ）へ変換する。この画像歪みは、図5（b）に示すように、平面と原点0で接する半径  $r$  の球面投影像とみなすことができる。

【0028】

$-a$  から  $a$  までの範囲の像の歪みの程度を  $r$  によって表すと、 $r$  は正の有限数値であり、座標（ $L$ ， $\alpha$ ）の立体角  $\theta$  は、

$$\theta = L/r \quad (0 < \theta < \pi/2),$$

$$\text{及び、} \sin \theta = L/r \quad (\theta = 0),$$

であるから、 $L' = r \sin \theta \quad (0 < \theta < \pi/2)$  となる。

【0029】

これにより、 $-a \cdots a$  を  $-a' \cdots a'$  に変換することができる。そして、

$$x' = L' \cos \alpha, \quad y' = L' \sin \alpha \text{ から直交座標系に戻すことができる}$$

【0030】

図 5 (c) は、周辺照度の低下、いわゆるシェーディングの例である。シェーディングは、光軸中心からの距離に応じて明るさが低下する現象である。上述の歪曲収差等の幾何学的収差と同様に、数種類のパラメータにより特定することができる。すなわち、極座標に変換した後、上述した変換式を使用し、図 5 (c) において、縦軸座標 D で示す画像の濃度ずれを  $-a' \cdots a$  の平面上まで延長する。ここで、濃度の場合は自乗に比例するので、変換式は、

$$D' = D / (\cos^2 \theta)$$

とする。

#### 【 0 0 3 1 】

このように、歪曲収差や周辺照度低下等の対物レンズに固有の特性が既知であれば、撮影時に使用する対物レンズを特定する情報に基づいて、上記第 1 実施形態と同様に画像の補正を行うことができる。

#### 【 0 0 3 2 】

上記各実施形態では、異なる焦点距離を有する複数の対物レンズを選択的に切り替えて使用する顕微鏡の場合について説明したが、ズーム方式により焦点距離が可変である対物レンズ系を使用する顕微鏡の場合であっても、以下に示す手順により上記各実施形態と同様に画像を補正することができる。まず、ズーム式対物レンズはエンコーダを有している。このエンコーダはズーム環の回転角度に応じた信号を出力する。エンコーダ信号は顕微鏡本体 M S を経由してコンピュータ P C へ入力される。そして、コンピュータ P C はエンコーダからの信号に基づいてズーム式対物レンズの焦点距離状態、即ち観察倍率を特定する。また、コンピュータ P C はレンズ設計データに基づいて任意の観察倍率時の歪曲収差や周辺照度の低下を上記第 2 実施形態で説明した数値パラメータを用いる手順で算出する。そして、上述したような画像補正を行う。

#### 【 0 0 3 3 】

また、本実施形態では、検鏡方式が一定であるとして、対物レンズ固有の収差特性等による誤差を補正する場合について説明した。しかし、本発明はこれに限られず、検鏡方式（明視野観察法、暗視野観察法、微分干渉法、位相差観察法、蛍光観察法等）を変更して、対物レンズに入射する光線の角度が変わることによ

り、諸収差の特性が変化した場合にも適用できることは言うまでもない。

【 0 0 3 4 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、観察倍率が可変である対物レンズを備える顕微鏡のために使用するデジタルカメラであって、対物レンズごと、観察倍率ごと、さらには検鏡方式ごとに最適な画像を得るために、系統的誤差やランダム誤差を除去する補正処理を行うことが出来る顕微鏡用デジタルカメラと該カメラを備える顕微鏡システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態にかかる顕微鏡システムの構成を示す図である。

【図 2】

カメラヘッドとインターフェースボードとの信号処理部分の構成を示す図である。

【図 3】

(a) ～ (d) は種々の画像例である。

【図 4】

(a) , (b) は、補正手順を示すシステム図、及びフローチャートである。

【図 5】

(a) ～ (c) は、対物レンズ固有の特性を示す図である。

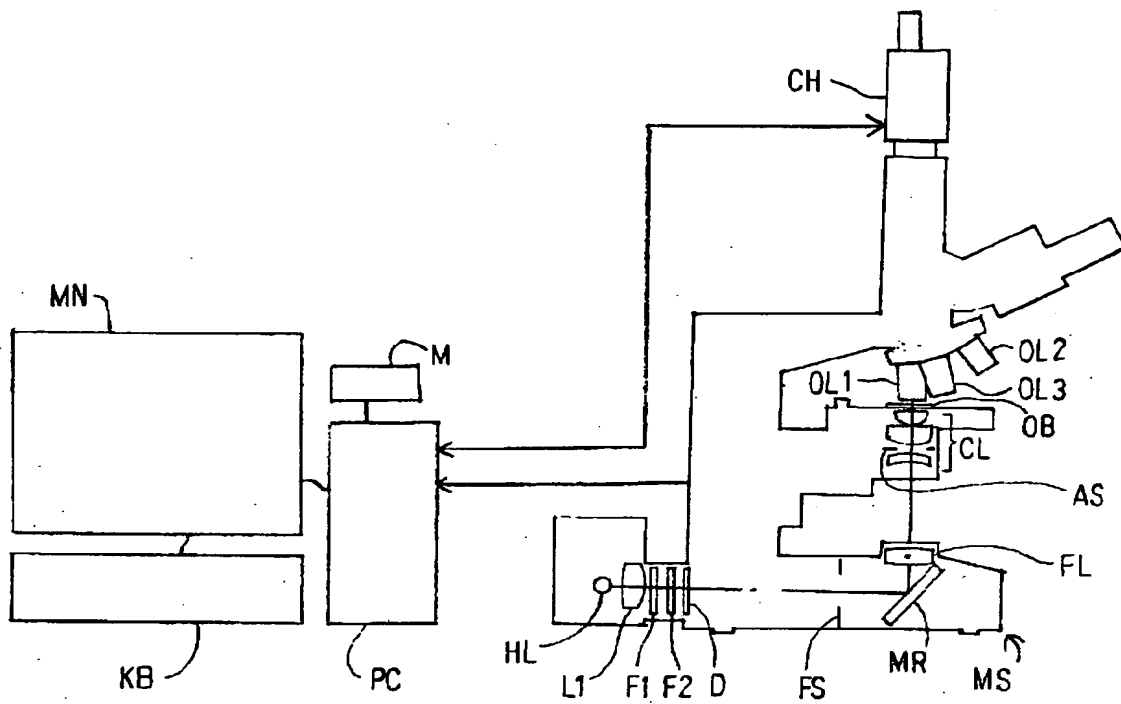
【符号の説明】

MS 顕微鏡本体  
HL ハロゲンランプ  
L1 コレクタレンズ  
F1 断熱フィルタ  
F2 フィルタ  
D 拡散板  
FS 視野絞り  
MR 反射鏡

FS フィールドレンズ  
CL コンデンサレンズ  
AS 開口絞り  
OL1～OL2 対物レンズ  
OB 被観察物  
CH カメラヘッド  
KB キーボード  
PC コンピュータ  
M 記憶部  
MN モニタ

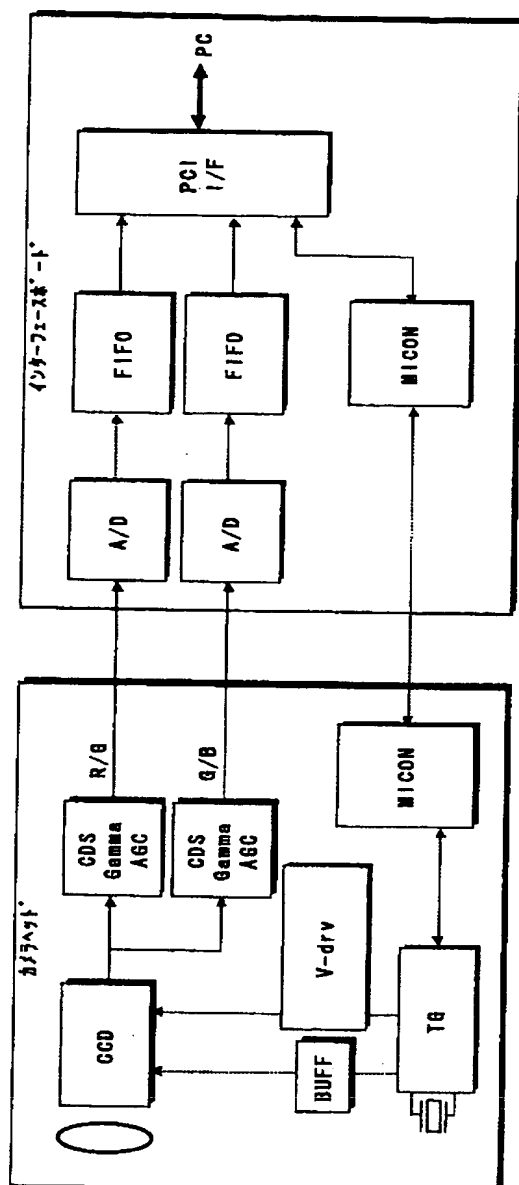
【書類名】 図面

【図 1】

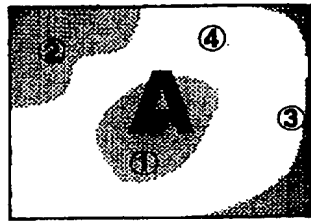




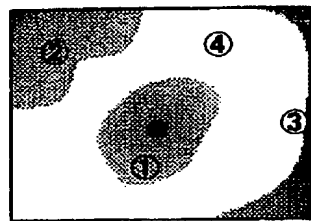
【図2】



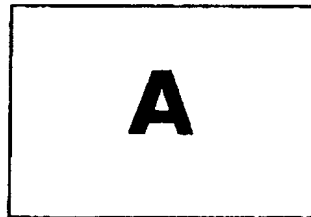
【図3】



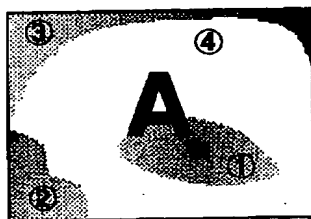
(a)



(b)

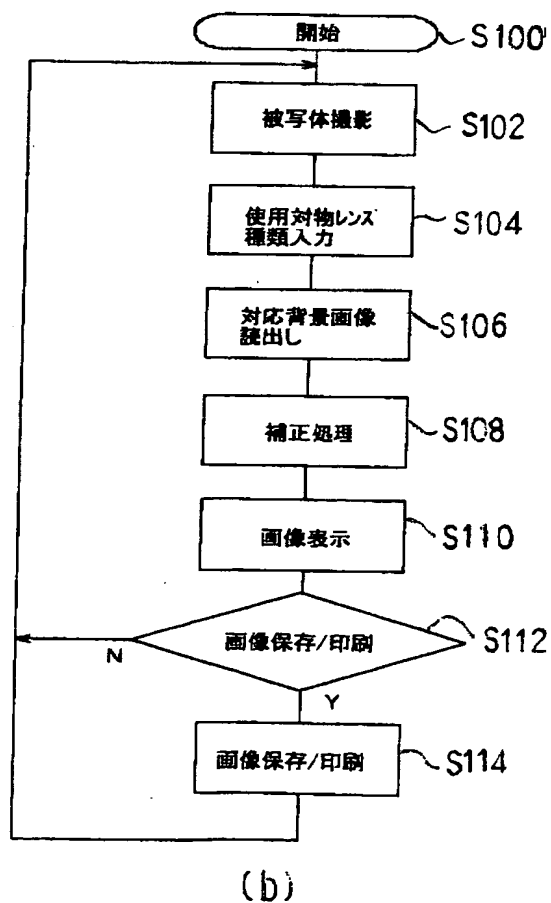
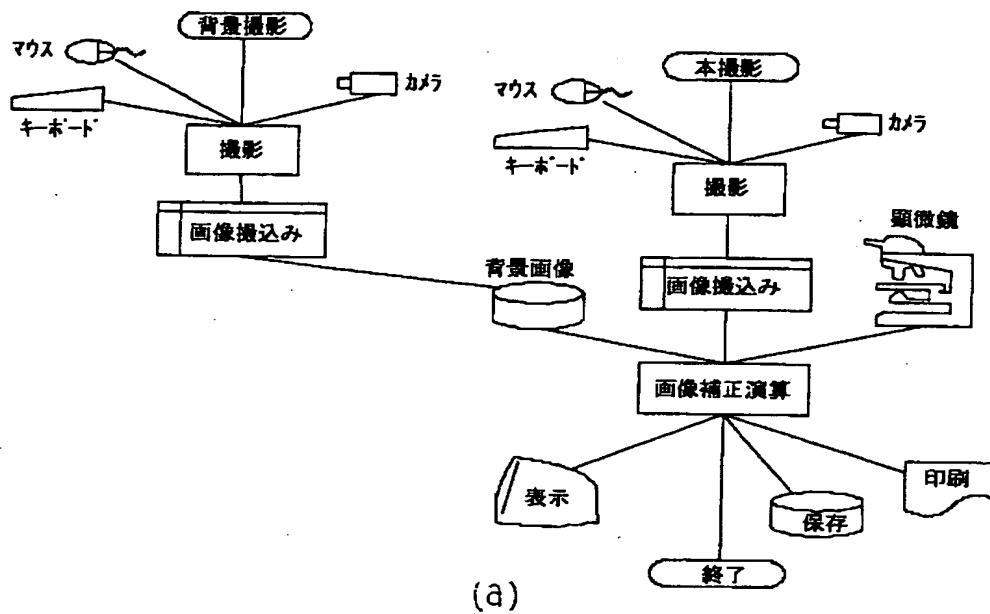


(c)

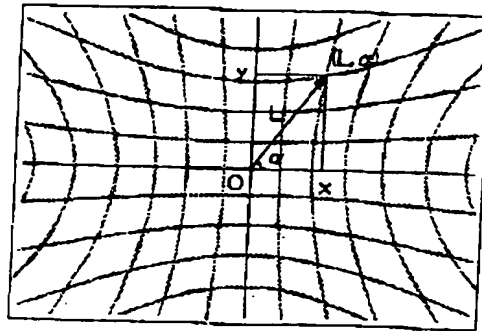


(d)

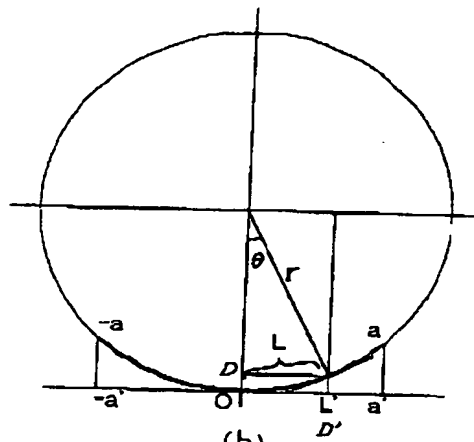
【図 4】



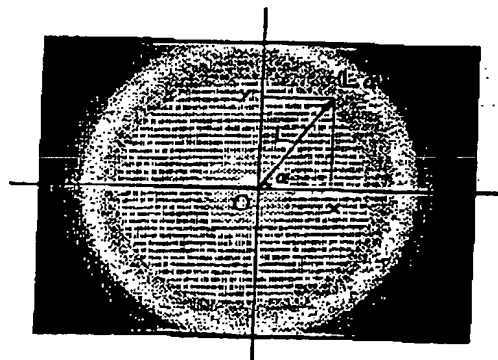
【図 5】



(a)



(b)



(c)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 観察倍率が可変である対物レンズを備える顕微鏡のために使用するデジタルカメラであって、対物レンズごと、観察倍率ごと、さらには検鏡方式ごとに最適な画像を得るために、系統的誤差やランダム誤差を除去する補正処理を行うことが出来る顕微鏡用デジタルカメラ等を提供すること。

【解決手段】 観察倍率が可変である対物レンズ系OL1, OL2, OL3と、前記対物レンズ系に対して所定の位置に設けられ、被観察物OBを照明するための照明光学系HL~CLとを有する顕微鏡に使用されるデジタルカメラにおいて、前記対物レンズ系の所定の観察倍率ごとに対応する画像補正用データにもとづいて前記被観察物OBの撮影画像を補正する補正部PCを有する

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
氏 名 株式会社ニコン